

CLIPPEDIMAGE= JP409326780A

PUB-NO: JP409326780A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 09326780 A

TITLE: WAVELENGTH MULTIPLEX COMMUNICATION SYSTEM AND ITS METHOD

PUBN-DATE: December 16, 1997

INVENTOR-INFORMATION:

NAME

OGUCHI, KIMIO

INT-CL\_(IPC): H04J014/00; H04J014/02 ; H04B010/02

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To simplify the configuration of an optical demultiplexer means by providing a optical demultiplexer means that demultiplexes optical signals subject to wavelength multiplexing by a wavelength multiplexer means into optical signals of each node for each wavelength and that provides an output of the demultiplexed signals to each corresponding node to a center node.

SOLUTION: An optical signal is subject to wavelength multiplexing by an optical star coupler 31 of the center node 30 and given to an AWG 32. Optical signals with wavelength bands of  $\lambda_5, \lambda_{13}$  demultiplexed to an output port #1 of the AWG 32 are given to an optical receiver 13-1. Similarly optical signals with wavelength bands of  $\lambda_4, \lambda_{12}$  demultiplexed to an output port #8 of the AWG 32 are given to an optical receiver 13-8. Let wavelength bands  $\lambda_1-\lambda_8$  be a group A and let wavelength bands  $\lambda_9-\lambda_{16}$  be a group B, each receiver has an optical filter 15a with a wavelength characteristic passing through the wavelength band of the group A and an optical filter 15b with a wavelength characteristic passing through the wavelength band of the group B in common. Thus, the optical filter 15a-1 of the optical receiver 13-1 demultiplexes the optical signal with the wavelength  $\lambda_5$  and the optical filter 15b-1 of the optical receiver 13-1 demultiplexes the optical signal with the wavelength  $\lambda_{13}$ .

COPYRIGHT: (C)1997,JPO

(19) 日本国特許庁 (JP)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-326780

(13) 公開日 平成9年(1997)12月16日

(51) Int.Cl.<sup>9</sup>

識別記号

府内整理番号

F I

技術表示箇所

H 04 J 14/00

H 04 B 9/00

E

14/02

U

H 04 B 10/02

(21) 出願番号

特願平8-146269

(71) 出願人 000004226

日本電信電話株式会社

東京都新宿区西新宿三丁目19番2号

(22) 出願日

平成8年(1996)6月7日

(72) 発明者 小口 喜美夫

東京都新宿区西新宿三丁目19番2号 日本

電信電話株式会社内

(74) 代理人 弁理士 古谷 史旺

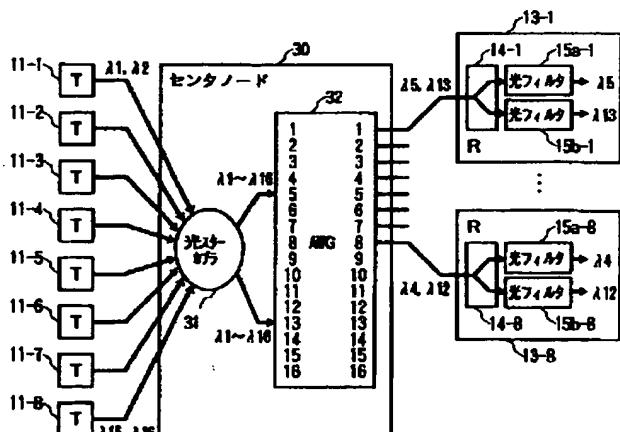
### (54) 【発明の名称】 波長多重通信システムおよび方法

#### (57) 【要約】

【課題】 波長数が増えても高性能な光受信器を用いないで対応できる波長多重通信システムおよび方法を実現する。

【解決手段】 複数のノードとセンタノードとを備え、各ノード間で所定の波長を用いて通信を行う波長多重通信システムにおいて、光受信器は、2以上の波長の光信号を分波する光分波手段を含み、センタノードは、波長多重手段で波長多重された光信号を各ノードの受信波長ごとに分波し、それぞれ対応するノードへ出力する光分波手段を含む。

本発明の波長多重通信システムの第1の実施形態



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 単一または複数の波長の光信号を送信する光送信器と、単一または複数の所定の波長の光信号のみを受信する光受信器とを含む複数のノードと、前記各ノードの光送信器から送信された光信号を波長多重して前記各ノードへ出力する波長多重手段を含むセンタノードとを備え、前記各ノード間で所定の波長を用いて通信を行う波長多重通信システムにおいて、前記光受信器は、2以上以上の波長の光信号を分波する光分波手段を含み、

前記センタノードは、前記波長多重手段で波長多重された光信号を各ノードの受信波長ごとに分波し、それぞれ対応するノードへ出力する光分波手段を含むことを特徴とする波長多重通信システム。

【請求項2】 請求項1に記載の波長多重通信システムにおいて、

光受信器の光分波手段は、波長多重手段で波長多重された光信号のうち、2以上連続した波長を通過する広帯域分波特性を有することを特徴とする波長多重通信システム。

【請求項3】 請求項1に記載の波長多重通信システムにおいて、

センタノードの光分波手段は、複数の入力ポートおよび出力ポートを有し、波長多重された光信号が入力される入力ポートの位置に応じて各出力ポートに分波される波長が決まるアレイ導波路回折格子型光分波器であり、各出力ポートに分波される波長が波長多重された光信号のうち隣接しない複数の波長になるように入力ポートの位置が設定されたことを特徴とする波長多重通信システム。

【請求項4】 請求項3に記載の波長多重通信システムにおいて、

アレイ導波路回折格子型光分波器は、波長多重された光信号を複数の入力ポートに入力し、各出力ポートに回折次数が同じ複数の波長の光信号を取り出す構成であることを特徴とする波長多重通信システム。

【請求項5】 請求項3に記載の波長多重通信システムにおいて、

アレイ導波路回折格子型光分波器は、波長多重された光信号の波長域より狭い周期を有し、各出力ポートに回折次数の異なる複数の波長の光信号を取り出す構成であることを特徴とする波長多重通信システム。

【請求項6】 複数のノードから送信された光信号を波長多重して各ノードへ出力し、各ノードで所定の波長を受信してノード間の通信を行う波長多重通信方法において、

前記波長多重された光信号を各ノードの受信波長ごとに分波してそれぞれ対応するノードへ出力し、受信ノードでは2以上以上の波長の光信号を分波することを特徴とする波長多重通信方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、各ノードが複数の波長を用いて通信を行う波長多重通信システムおよび方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】図14は、従来の波長多重通信方式の一例を示す(D. J. G. Mestdagh, "Fundamentals of Multi-access Optical Fiber Networks", Artech House, p.27 10 4, 1995)。図において、ノード1-1～1-8は、8入力8出力の光スタークラスターを介して接続される。各ノードには、それぞれ所定の2波長の光信号を送信する光送信器Tと、光スタークラスターで波長多重された16波長の光信号からそれぞれ所定の2波長の光信号を選択して受信する光受信器Rが備えられる。例えば、ノード1-1の光送信器Tおよび光受信器Rは、波長入1, 入2の光信号を送信し、波長入1～入16の波長多重光信号から波長入9, 入13の光信号を選択して受信する。このように、各ノードでは、波長多重光信号から特定の2波長20の光信号のみを選択するために、それぞれ異なる波長に設定した高性能で複雑な構成の光受信器1-2が必要であった。

【0003】各ノード間の通信は、送信波長と受信波長の組み合わせにより実現する。例えば、ノード1-1の送信信号(λ1, λ2)はノード1-5またはノード1-6で受信可能であり、ノード1-1の受信信号(λ9, λ13)はノード1-5またはノード1-7から送信されたものとなる。ノード1-1は、その他のノードとの通信を直接行うことはできない。

【0004】ここで、一例としてノード1-1からノード1-3への通信について説明する。ノード1-1は、ノード1-3が受信可能な波長入11, 入15の光信号を直接送信できない。そこで、他のノードを迂回する方法をとる。ここでは、ノード1-1の送信波長を受信でき、ノード1-3の受信波長で送信できるノード1-6を迂回する。ノード1-1は、ノード1-6が受信可能な波長入2の光信号を送信する。ノード1-6は、受信した波長入2の光信号がノード1-3宛であることを認識し、その光信号を波長入11の光信号に変換して転送する。この通信方式は一般に「マルチホップ方式」として知られている。なお、マルチホップ方式は、経由するノードが必ずしも1つとは限らず、複数のノードを経由する場合もある。

【0005】このようなスター状の通信網を用いた通信形態は、図15に示すようなバス状の通信網を用いた波長多重通信システム、図16に示すようなツリー状の通信網を用いた波長多重通信システムにおいても同様である。図15および図16に示す符号と図14に示す符号は対応する。ただし、バス状網2-1およびツリー状網2-2は、8入力8出力の光スタークラスターに対応する。

## 【0006】

【発明が解決しようとする課題】従来の波長多重通信方式は、すべてのノードからの光信号が波長多重され、その後、各ノードに分配された波長多重光信号の中から、特定の波長の光信号のみを受信する光受信器を用いてノード間相互の通信を行う構成になっていた。したがって、ノードが増えて使用される波長数が増加すると、各ノードの光受信器12の波長選択性能はより高性能なもののが要求される。

【0007】本発明は、波長数が増えても高性能な光受信器を用いないで対応できる波長多重通信システムおよび方法を提供することを目的とする。

## 【0008】

【課題を解決するための手段】本発明は、複数のノードとセンタノードとを備え、各ノード間で所定の波長を用いて通信を行う波長多重通信システムにおいて、光受信器は、2以上の波長の光信号を分波する光分波手段を含み、センタノードは、波長多重手段で波長多重された光信号を各ノードの受信波長ごとに分波し、それぞれ対応するノードへ出力する光分波手段を含む。

【0009】光受信器の光分波手段は、波長多重手段で波長多重された光信号のうち、2以上連続した波長を通過する広帯域分波特性を有する。センタノードの光分波手段は、複数の入力ポートおよび出力ポートを有し、波長多重された光信号が入力される入力ポートの位置に応じて各出力ポートに分波される波長が決まるアレイ導波路回折格子型光分波器であり、各出力ポートに分波される波長が波長多重された光信号のうち隣接しない複数の波長になるように入力ポートの位置が設定される。

【0010】アレイ導波路回折格子型光分波器は、波長多重された光信号を複数の入力ポートに入力し、各出力ポートに回折次数が同じ複数の波長の光信号を取り出す構成とする。アレイ導波路回折格子型光分波器は、波長多重された光信号の波長域より狭い周期を有し、各出力ポートに回折次数の異なる複数の波長の光信号を取り出す構成とする。

【0011】また、本発明は、複数のノードから送信された光信号を波長多重して各ノードへ出力し、各ノードで所定の波長を受信してノード間の通信を行う波長多重通信方法において、波長多重された光信号を各ノードの受信波長ごとに分波してそれぞれ対応するノードへ出力し、受信ノードでは2以上の波長の光信号を分波する。

## 【0012】

## 【発明の実施の形態】

(第1の実施形態) 図1は、本発明の波長多重通信システムの第1の実施形態を示す。ここでは、ノード数8、各ノードが送受信する波長数2とする。また、各ノードは送受信波長があらかじめ決められているものとする。

【0013】図において、センタノード30は、8入力2出力の光スターカプラ31と16入力16出力のアレイ導

波路回折格子型光分波器(以下、AWG(Arrayed WaveguideGrating)という)32から構成される。各ノードの光送信器11-1～11-8と光スターカプラ31が接続され、光スターカプラ31の2出力とAWG32の入力ポート#5、#13が接続され、AWG32の出力ポート#1～#8と各ノードの光受信器13-1～13-8が接続される。なお、光送信器11-iと光受信器13-iはノード1-i(iは1～8)のものである。光受信器13は、光分波手段として、入力した光信号を2分岐する光カプラ14と、2分岐された光信号からそれぞれ所定の波長の光信号を分離する光フィルタ15a、15bから構成される。

【0014】図2は、AWGの構成例を示す(高橋浩他、「アレイ導波路回折格子を用いた光合分波器」、光スイッチング時限研究会資料、電子情報通信学会、41～46頁)。図において、AWGは、入力導波路群41、入力側スラブ導波路42、アレイ導波路43、出力側スラブ導波路44、出力導波路群45を順次接続した構成である。

【0015】所定の入力ポートから入力導波路群41に入射された光は、入力側スラブ導波路42で回折により広がり、その回折面と垂直に配置されたアレイ導波路43に導かれる。アレイ導波路43は、各導波路が導波路長差△Lで順次長くなっているので、各導波路を伝搬して出力側スラブ導波路44に到達した光には導波路長差△Lに対応する位相差が生じている。この位相差は波長により異なるので、出力側スラブ導波路44のレンズ効果で出力導波路群45の入力端に集光する際に、波長ごとに異なる位置に集光する。したがって、各出力ポートには異なる波長の光が取り出され、光分波器として機能することになる。

【0016】図3(a)、(b)は、AWGが有する2つの入出力特性を示す。(a)は、3入力3出力のAWGにおいて、3波長入1、入2、入3を入力ポート51に入力すると、出力ポート56に波長入1、出力ポート57に波長入2、出力ポート55に波長入3が分波されることを示す。また、入力ポートの位置を1つずらすと、波長と出力ポートの対応関係が1チャネルずつ周期的にずれることを示す。

【0017】(b)は、波長入(m)の光を所定の入力ポートに入力し、所定の出力ポートから出力される場合に、次の回折次数を有する波長入(m+1)、その次の回折次数を有する波長入(m+2)、同様に他の回折次数の波長の光も出力されることを示す。図4は、第1の実施形態の各部の波長配置例を示す。図において、横軸は波長入1～入16を示し、波長間隔は等間隔とした。矢印はその位置に対応する波長の光信号が存在することを示す。光送信器11-1～11-8にそれぞれ割り当てる2波長は任意である。

【0018】各光送信器から送信された光信号は、セン

タノード30の光スタークラ31で波長多重される。波長多重された光信号は、AWG32の入力ポート#5, #13に入力される。AWG32の出力ポート#1～#8には、入力ポート#5から入力された波長入1～入16の光信号のうち、波長入13～入16, 入1～入4の光信号が出力され、入力ポート#13から入力された波長入1～入16の光信号のうち、波長入5～入12の光信号が出力される。これらの光信号はともに1次回折光である。

【0019】AWG32の出力ポート#1に分波された波長入5, 入13の光信号は、光受信器13-1に接続される。以下同様に、出力ポート#8に分波された波長入4, 入12の光信号は、光受信器13-8に接続される。ここで、波長入1～入8をグループAとし、波長入9～入16をグループBとすると、各光受信器13-1～13-8は、各グループからそれぞれ1波ずつ分波すればよいことがわかる。すなわち、各光受信器は、グループAの波長を通過させる波長特性を有する光フィルタ15aと、グループBの波長を通過させる波長特性を有する光フィルタ15bを共通に備えればよいことがわかる。これにより、光受信器13-1の光フィルタ15a-1で波長入5の光信号を分波でき、光フィルタ15b-1で波長入13の光信号を分波できる。

【0020】以上の構成により実現されるノード間相互の通信波長を図5に示す。ノード1-1～1-4とノード1-5～1-8は、波長入1, 入2, 入3, 入4, 入9, 入10, 入11, 入12を用いて直接に送受信できるが、ノード1-1～1-4の間ではそれができないので、上記のマルチホップ方式をとる。例えば、ノード1-1は、ノード1-6が受信可能な波長入2の光信号を送信する。ノード1-6は、受信した波長入2の光信号がノード1-3宛であることを認識し、その光信号を波長入7の光信号に変換して転送する。これにより、ノード1-1からノード1-3への通信が実現する。

【0021】(第2の実施形態)図6は、本発明の波長多重通信システムの第2の実施形態を示す。図7は、第2の実施形態の各部の波長配置例を示す。本実施形態の構成および図の表示方式は第1の実施形態(図1, 図4)と同様である。本実施形態の特徴は、センタノード30のAWG32の入力ポートを#5, #14とし、出力ポートを#1, #3, #5, #7, #9, #11, #13, #15とするところにある。出力ポート#1, #3, #5, #7, #9, #11, #13, #15には、入力ポート#5から入力された波長入1～入16の光信号のうち、波長入13, 入15, 入1, 入3, 入5, 入7, 入9, 入11の光信号が出力され、入力ポート#14から入力された波長入1～入16の光信号のうち、波長入6, 入8, 入10, 入12, 入14, 入16, 入2, 入4の光信号が出力される。これらの光信号はともに1次回折光である。

【0022】AWG32の出力ポート#1に分波された波長入6, 入13の光信号は、光受信器13-1に接続さ

れる。以下同様に、出力ポート#15に分波された波長入4, 入11の光信号は、光受信器13-8に接続される。ここで、波長入1～入8をグループAとし、波長入9～入16をグループBとすると、各光受信器13-1～13-8に要求される分波特性は、第1の実施形態と同様に共通にことができる。

【0023】(第3の実施形態)図8は、本発明の波長多重通信システムの第3の実施形態を示す。図9は、第3の実施形態の各部の波長配置例を示す。本実施形態の構成および図の表示方式は第1の実施形態(図1, 図4)と同様である。本実施形態の特徴は、センタノード30のAWG32の入力ポートを#3, #5とし、出力ポートを#3, #4, #7, #8, #11, #12, #15, #16とするところにある。出力ポート#3, #4, #7, #8, #11, #12, #15, #16には、入力ポート#3から入力された波長入1～入16の光信号のうち、波長入13, 入14, 入1, 入2, 入5, 入6, 入9, 入10の光信号が出力され、入力ポート#5から入力された波長入1～入16の光信号のうち、波長入15, 入16, 入3, 入4, 入7, 入8, 入11, 入12の光信号が出力される。これらの光信号はともに1次回折光である。

【0024】AWG32の出力ポート#3に分波された波長入13, 入15の光信号は、光受信器13-1に接続される。以下同様に、出力ポート#16に分波された波長入10, 入12の光信号は、光受信器13-8に接続される。ここで、波長入11～入14をグループAとし、波長入1, 入2, 入15, 入16をグループBとし、波長入3～入6をグループCとし、波長入7～入10をグループDとする。各光受信器13-1～13-8は、各グループからそれぞれ1波ずつ分波すればよいことがわかる。すなわち、光受信器13-1, 13-2は、グループAの波長を通過させる波長特性を有する光フィルタ15aと、グループBの波長を通過させる波長特性を有する光フィルタ15bを共通に備えればよいことがわかる。これにより、光受信器13-1の光フィルタ15a-1で波長入13の光信号を分波でき、光フィルタ15b-1で波長入15の光信号を分波できる。以下同様に、光受信器13-7, 13-8は、グループDの波長を通過させる波長特性を有する光フィルタ15dと、グループAの波長を通過させる波長特性を有する光フィルタ15aを共通に備えればよいことがわかる。

【0025】第1の実施形態および第2実施例では、グループA, Bの波長を分波できる広帯域の光フィルタを2種類用意すればよい。すなわち、各光受信器で2種類の光フィルタを共通に使用できる利点がある。一方、第3の実施形態では、グループA～Dの波長を分波できる広帯域の光フィルタを4種類用意する必要がある。すなわち、第1の実施形態および第2に実施形態に比べれば、光フィルタの帯域も半分になり必要とする種類も2倍になる。しかし、従来の1波ずつ分波していた構成に

比べて分波特性は大幅に緩和され、しかも複数のノード（光受信器）で共通化することができる大きな利点がある。

【0026】（第4の実施形態）図10は、本発明の波長多重通信システムの第4の実施形態を示す。図11は、第4の実施形態の各部の波長配置例を示す。本実施形態の構成および図の表示方式は第1の実施形態（図1、図4）と同様である。本実施形態の特徴は、センタノード30が、8入力1出力の光スターカプラ33と8入力8出力のAWG34から構成されるところにある。すなわち、波長多重されている16波長の波長域に対してAWG34の周期が狭い例であり、1次回折光の他に高次の回折光を利用する構成になっている。

【0027】各ノードの光送信器11-1～11-8と光スターカプラ33が接続され、光スターカプラ33の出力とAWG34の入力ポート#5が接続され、AWG34の出力ポート#1～#8と各ノードの光受信器13-1～13-8が接続される。なお、光送信器11-iと光受信器13-iはノード1-i（iは1～8）のものである。センタノード30のAWG34の出力ポート#1～#8には、入力ポート#5から入力された波長入1～入16の光信号のうち、波長入5～入8、入1～入4の光信号が1次回折光として出力され、波長入13～入16、入9～入12の光信号が2次回折光として出力される。その他の構成および分波機能は第1の実施形態と同様であり、同様の効果を得ることができる。

【0028】（第5の実施形態）図12は、本発明の波長多重通信システムの第5の実施形態を示す。ここでは、ノード数4、各ノードが送受信する波長数3とする。また、各ノードは送受信波長があらかじめ決められているものとする。図において、センタノード30は、4入力1出力の光スターカプラ35と4入力4出力のAWG36から構成される。各ノードの光送信器11-1～11-4と光スターカプラ35が接続され、光スターカプラ35の出力とAWG36の入力ポート#2が接続され、AWG36の出力ポート#1～#4と各ノードの光受信器13-1～13-4が接続される。なお、光送信器11-iと光受信器13-iはノード1-i（iは1～4）のものである。光受信器13は、光分波手段として、入力した光信号を3分岐する光カプラ16と、3分岐された光信号からそれぞれ所定の波長の光信号を分離する光フィルタ15a、15b、15cから構成される。

【0029】図13は、第5の実施形態の各部の波長配置例を示す。本実施形態は、第4の実施形態と同様に、波長多重されている12波長の波長域に対してAWG36の周期が狭い例であり、1次回折光の他に高次の回折光を利用する。センタノード30のAWG36の出力ポート#1～#4には、入力ポート#2から入力された波長入1～入12の光信号のうち、波長入4、入1～入3の光

信号が1次回折光として出力され、波長入8、入5～入7の光信号が2次回折光として出力され、波長入12、入9～入11の光信号が3次回折光として出力される。その他の構成および分波機能は第4の実施形態と同様であり、同様の効果を得ることができる。

【0030】なお、本実施形態では、波長入1～入4をグループAとし、波長入5～入8をグループBとし、波長入9～入12をグループCとすると、各光受信器13-1～13-4は、各グループからそれぞれ1波ずつ分波すればよいことがわかる。すなわち、各光受信器は、グループAの波長を通過させる波長特性を有する光フィルタ15aと、グループBの波長を通過させる波長特性を有する光フィルタ15bと、グループCの波長を通過させる波長特性を有する光フィルタ15cとを共通に備えればよいことがわかる。これにより、光受信器13-1の光フィルタ15a-1で波長入4の光信号を分波でき、光フィルタ15b-1で波長入8の光信号を分波でき、光フィルタ15c-1で波長入12の光信号を分波できる。

【0031】（他の実施形態）以上示した実施形態では、センタノード30の光分波手段としてAWGを用いた構成を示したが、例えばファイバグレーティング、グレーティング、干渉膜フィルタ等や、その組み合わせから構成される波長分波機能を有する他の構成のものでもよい。また、センタノード30の波長多重手段として光スターカプラを用いた構成を示したが、同様の機能を有する他の構成のものでもよい。

【0032】また、以上示した実施形態では、スター状の通信網を用いて説明したが、バス状の通信網およびツリー状の通信網でも同様に本発明の適用が可能である。

【0033】

【発明の効果】以上説明したように、本発明は、センタノードであらかじめ定められた波長設定の波長に分波することにより、各ノードに備えられる光受信器の光分波手段の構成を簡単にすることができる。また、複数のノードで共通する分波特性を有する光分波手段を用いることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の波長多重通信システムの第1の実施形態を示すブロック図。

【図2】AWGの構成例を示す図。

【図3】AWGが有する2つの入出力特性を示す図。

【図4】第1の実施形態の各部の波長配置例を示す図。

【図5】第1の実施形態におけるノード間相互の通信波長を示す図。

【図6】本発明の波長多重通信システムの第2の実施形態を示すブロック図。

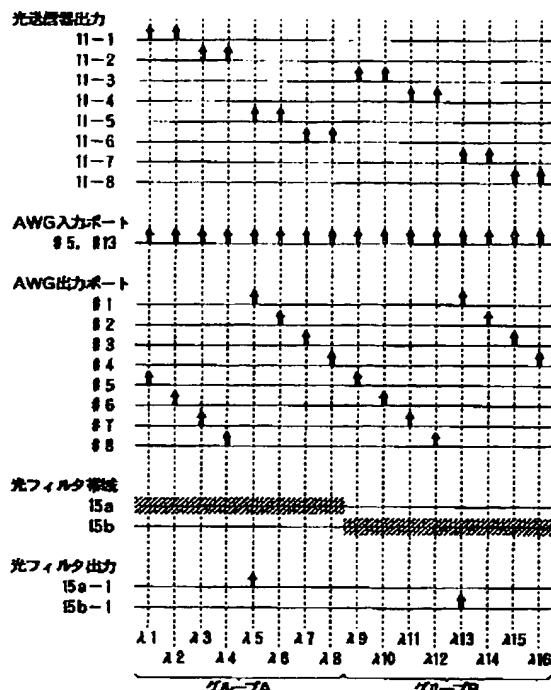
【図7】第2の実施形態の各部の波長配置例を示す図。

【図8】本発明の波長多重通信システムの第3の実施形態を示すブロック図。



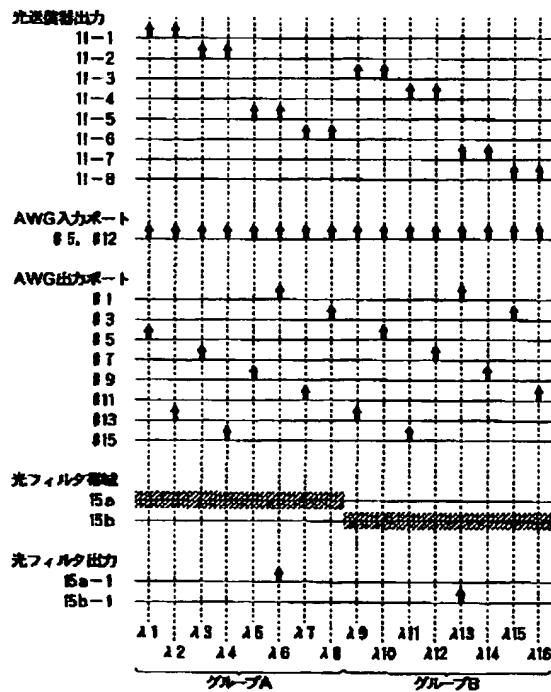
【図4】

第1の実施形態の各部の波長配置



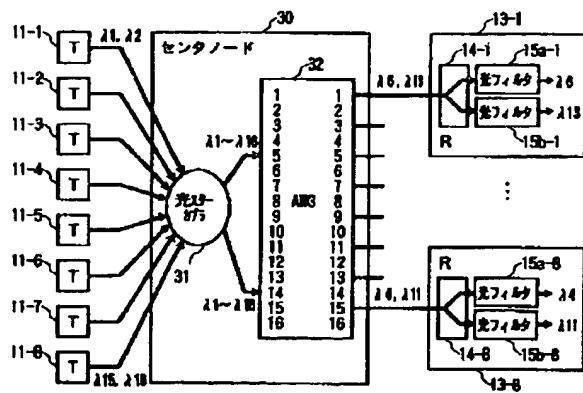
【図7】

第2の実施形態の各部の波長配置



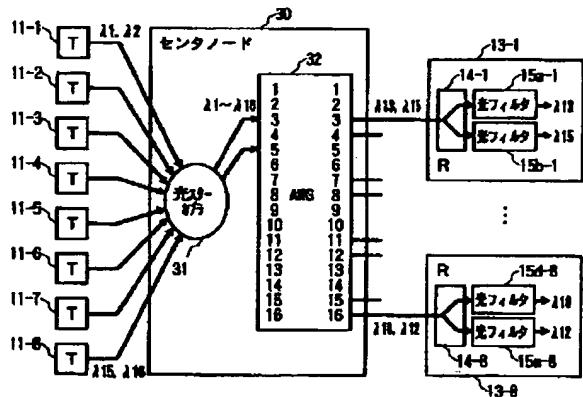
【図6】

本発明の波長多重通信システムの第2の実施形態



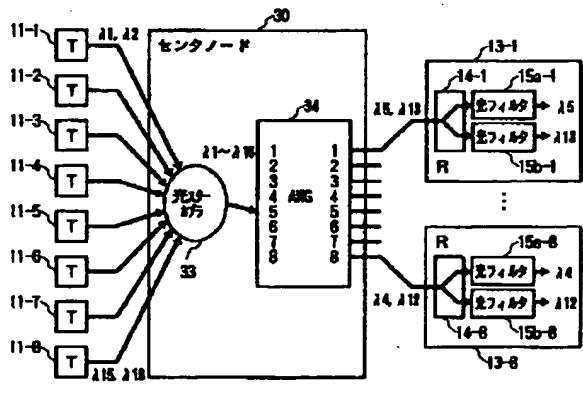
【図8】

本発明の波長多重通信システムの第3の実施形態



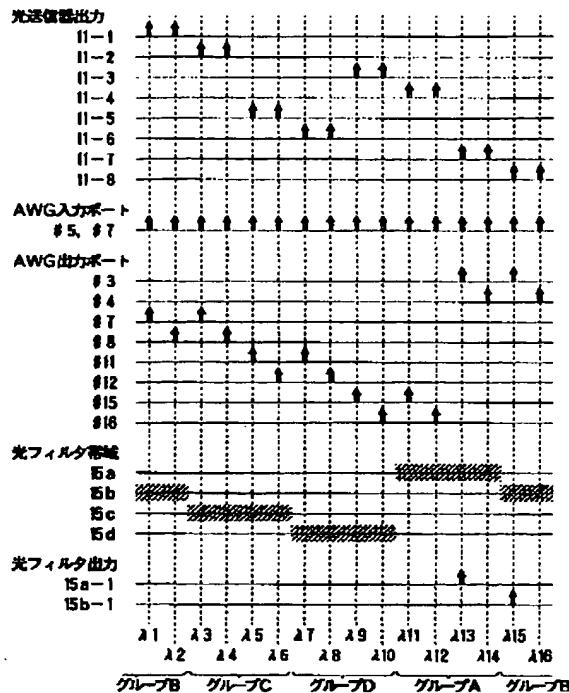
【図10】

本発明の波長多重通信システムの第4の実施形態



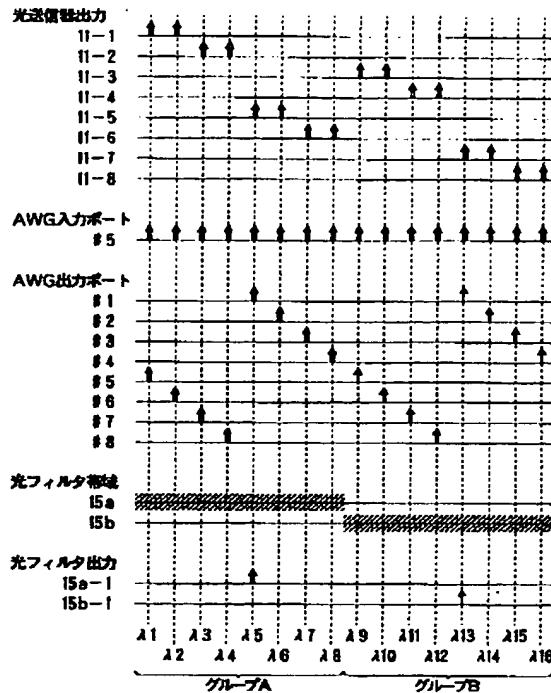
【図9】

第3の実施形態の各部の波長配線例



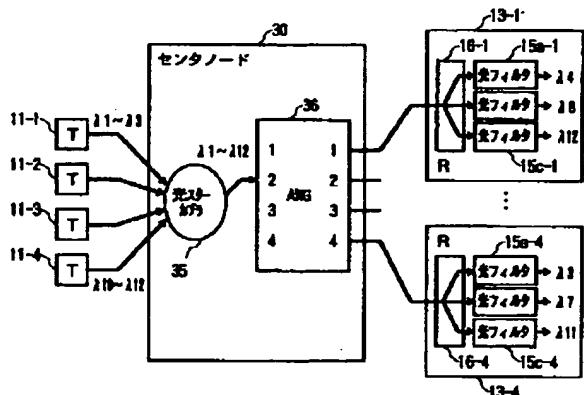
【図11】

第4の実施形態の各部の波長配線例



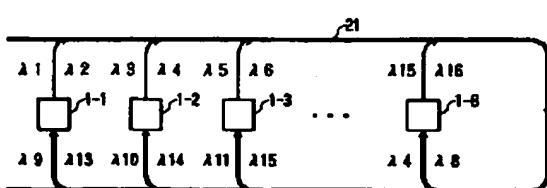
【図12】

本発明の波長多重通信システムの第5の実施形態



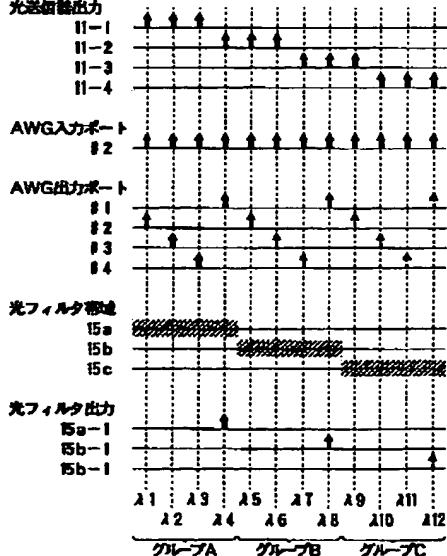
【図15】

バス状の通信網を用いた波長多重通信システムの構成例



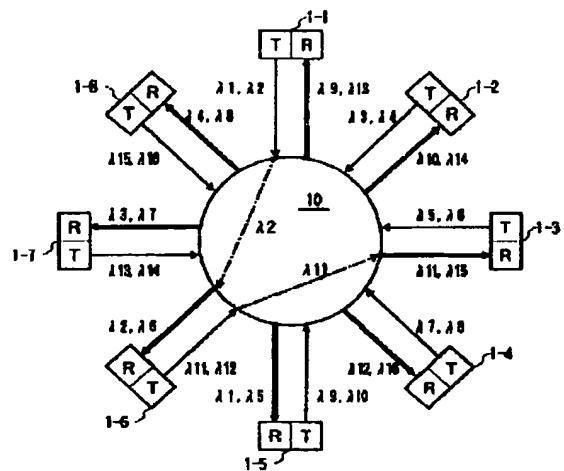
【図13】

第5の実施形態の各部の波長配線例



【図14】

従来の波長多重通信方式の一例



【図16】

ツリー状の通信網を用いた波長多重通信システムの構成例

